L'organisme de réglementation nucléaire du Canada

Aptitude fonctionnelle
Gestion du vieillissement

REGDOC-2.6.3

Mars 2014

Commission canadienne de sûreté nucléaire
Canadian Nuclear Safety Commission
Canada

Aptitude fonctionnelle : Gestion du vieillissement
Document d'application de la réglementation REGDOC-2.6.3

© Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) 2014
Numéro de catalogue de TPSGC CC172-104/2014F-PDF
ISBN 978-0-660-21893-9

La reproduction d'extraits du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition que la source soit indiquée en entier. Toutefois, sa reproduction en tout ou en partie à des fins commerciales ou de redistribution nécessite l'obtention préalable d'une autorisation écrite de la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

Also available in English under the title: Fitness for Service: Aging Management

Disponibilité du document
Les personnes intéressées peuvent consulter le document sur le site Web de la CCSN à suretenucleaire.gc.ca ou l'obtenir, en français ou en anglais, en communiquant avec la :

Commission canadienne de sûreté nucléaire
280, rue Slater
C.P. 1046, succursale B
Ottawa (Ontario) K1P 5S9
CANADA

Téléphone : 613-995-5894 ou 1-800-668-5284 (Canada seulement)
Télécopieur : 613-995-5086
Courriel : info@cnsc-ccsn.gc.ca
Site Web : suretenucleaire.gc.ca
Facebook : facebook.com/Commissioncanadiennedesuretenucleaire
YouTube : youtube.com/ccsncnsc

Historique de publication
Mars 2014 Édition 1.0

Préface

Le document d'application de la réglementation REGDOC-2.6.3, *Gestion du vieillissement*, fait partie de la série de documents d'application de la réglementation de la CCSN intitulée Aptitude fonctionnelle, qui porte également sur les programmes de fiabilité et d'entretien pour les installations dotées de réacteurs. La liste complète des séries figure à la fin de ce document et peut être consultée à partir du site Web de la CCSN à suretenucleaire.gc.ca/fra/acts-and-regulations/regulatory-documents

Ce document d'application de la réglementation énonce les exigences de la CCSN relatives à la gestion du vieillissement des structures, des systèmes et des composants (SSC) d'une installation dotée de réacteurs. Il fournit également une orientation sur la façon de satisfaire à ces exigences. Ce document remplace le document d'application de la réglementation RD-334, *Gestion du vieillissement des centrales nucléaires*, publié en juin 2011.

La gestion du vieillissement englobe les interventions relatives à l'ingénierie, aux opérations, à l'inspection et à l'entretien visant à contrôler, à l'intérieur de limites acceptables, les effets du vieillissement physique et de l'obsolescence des SSC qui se produisent au fil du temps ou à l'usage. Un programme ou un plan de gestion du vieillissement consiste en un ensemble de politiques, de processus, de procédures, de dispositions et d'activités visant à gérer le vieillissement des SSC d'une installation dotée de réacteurs. Pour une gestion efficace du vieillissement, il faut s'assurer de la fiabilité et de la disponibilité des fonctions de sûreté essentielles tout au long de la durée de vie de l'installation, en conformité avec le fondement d'autorisation.

Le présent document se veut un élément du fondement d'autorisation d'une installation ou d'une activité réglementée. Il sera intégré soit aux conditions et aux mesures de sûreté et de réglementation d'un permis, soit aux mesures de sûreté et de réglementation décrites dans la demande de permis et les documents soumis à l'appui de cette demande.

Remarque importante : Ce document fait partie du fondement d'autorisation d'une installation ou d'une activité réglementée si on s'y réfère directement ou indirectement dans le permis (notamment dans des documents cités en référence du titulaire de permis).

Le fondement d'autorisation établit les conditions limites du rendement acceptable pour une installation ou une activité réglementée et établit les bases du programme de conformité de la CCSN à l'égard de cette installation ou activité réglementée.

Dans le cas où le document est un élément du fondement d'autorisation, le terme « doit » est employé pour exprimer une exigence à laquelle le titulaire ou le demandeur de permis doit se conformer; le terme « devrait » dénote une orientation ou une mesure conseillée; le terme « pourrait » exprime une option ou une mesure conseillée ou acceptable dans les limites de ce document d'application de la réglementation; et le terme « peut » exprime une possibilité ou une capacité.

Aucune information contenue dans le présent document ne doit être interprétée comme libérant le titulaire de permis de toute autre exigence pertinente. Le titulaire de permis a la responsabilité de prendre connaissance de tous les règlements et de toutes les conditions de permis applicables et d'y adhérer.

Table des matières

1. Introduction 1

1.1 Objet 1

1.2 Portée 1

1.3 Dispositions législatives pertinentes 1

1.4 Normes internationales 2

2. Concept généraux 3

2.1 Vieillissement et obsolescence des structures, systèmes et composants 3

2.2 Démarche systématique et intégrée de gestion du vieillissement 4

3. Stratégie proactive de gestion du vieillissement 7

3.1 Conception 7

3.2 Fabrication, construction et installation 10

3.3 Mise en service 11

3.4 Exploitation 11

3.5 Déclassement 15

4. Programmes intégrés de gestion du vieillissement 15

4.1 Dispositions organisationnelles pour la gestion efficace du vieillissement 16

4.2 Système de collecte de données et de tenue de dossiers pour appuyer la gestion du vieillissement 16

4.3 Examen préalable et sélection des structures, systèmes et composants 17

4.4 Évaluation de la gestion du vieillissement 18

4.5 Évaluations de l'état 21

4.6 Programmes de gestion du vieillissement propres à des SSC particuliers 22

4.7 Gestion de l'obsolescence 23

4.8 Interfaces avec d'autres programmes d'appui 23

4.9 Mise en œuvre des programmes de gestion du vieillissement 24

4.10 Examen et amélioration 24

Annexe A : Caractéristiques d'un plan de GV efficace 26

Annexe B : Exemple d'une méthode d'évaluation du vieillissement 27

Glossaire 29

Références 33

Renseignements supplémentaires 35

Gestion du vieillissement

1. Introduction

1.1 Objet

Le document REGDOC-2.6.3, *Gestion du vieillissement*, énonce les exigences de la CCSN relatives à la gestion du vieillissement des structures, systèmes et composants (SSC) d'une installation dotée de réacteurs. Il fournit également de l'orientation sur la façon de satisfaire à ces exigences.

La gestion du vieillissement des installations dotées de réacteurs exige la disponibilité des fonctions de sûreté requises tout au long de la durée de vie de la centrale, et la prise en considération des changements qui surviennent avec le temps et l'utilisation. Pour ce faire, il faut tenir compte du vieillissement physique et de l'obsolescence des SSC, dans la mesure où ils peuvent avoir des incidences négatives directes ou indirectes sur l'exploitation sûre de l'installation dotée de réacteurs.

Le présent document a pour but d'aider les demandeurs et les titulaires de permis à établir, à mettre en œuvre et à améliorer les programmes et les plans de gestion du vieillissement (GV) des installations dotées de réacteurs.

1.2 Portée

Le document *Gestion du vieillissement* énonce les exigences visant à fournir l'assurance que la gestion du vieillissement est prise en compte, d'une manière adéquate et proactive, dans les différentes phases du cycle de vie d'une installation dotée de réacteurs. Ces phases peuvent s'appliquer à des SSC précis ainsi qu'à l'ensemble de l'installation. Des exigences particulières sont également fournies pour l'établissement, la mise en œuvre et l'amélioration des programmes et des plans de GV par l'application d'une démarche systématique et intégrée.

Le présent document établit le cadre à l'intérieur duquel les codes et les normes peuvent être appliqués afin de fournir l'assurance que le vieillissement physique et l'obsolescence des SSC sont gérés efficacement.

Le cas échéant, le présent document peut s'appliquer à des installations nucléaires autres qu'une centrale nucléaire, en tenant dûment compte des différences que présentent le risque potentiel et la complexité des systèmes concernés par rapport à ceux d'une installation dotée de réacteurs.

1.3 Dispositions législatives pertinentes

Les dispositions de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN, la Loi) et de ses règlements qui s'appliquent au présent document sont les suivantes :

- Le paragraphe 24(4) de la LSRN indique ce qui suit : « La Commission ne délivre, ne renouvelle, ne modifie ou ne remplace une licence ou un permis ou n'en autorise le transfert que si elle est d'avis que l'auteur de la demande ou, s'il s'agit d'une demande d'autorisation de transfert, le cessionnaire, à la fois : *a)* est compétent pour exercer les activités visées par la licence ou le permis; *b)* prendra, dans le cadre de ces activités, les mesures voulues pour préserver la santé et la sûreté des personnes, pour protéger l'environnement, pour maintenir la sécurité nationale et pour respecter les obligations internationales que le Canada a assumées »

- L'alinéa 3(1)*k)* du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires* indique ce qui suit : « La demande de permis comprend les renseignements suivants : [...] *k*) la structure de gestion du demandeur dans la mesure où elle peut influer sur l'observation de la Loi et de ses règlements, y compris la répartition interne des fonctions, des responsabilités et des pouvoirs »
- Les alinéas 12(1)*c)* et *f)* du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires* indiquent ce qui suit : « Le titulaire de permis : [...] *c*) prend toutes les précautions raisonnables pour protéger l'environnement, préserver la santé et la sécurité des personnes et maintenir la sûreté des installations nucléaires et des substances nucléaires » et « *f*) prend toutes les précautions raisonnables pour contrôler le rejet de substances nucléaires radioactives ou de substances dangereuses que l'activité autorisée peut entraîner là où elle est exercée et dans l'environnement »
- Les alinéas 6*d*), *m*) et *n*) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* indiquent ce qui suit : « La demande de permis pour exploiter une installation nucléaire de catégorie I comprend les renseignements suivants, outre ceux exigés à l'article 3 :
  d) les mesures, politiques, méthodes et procédures proposées pour l'exploitation et l'entretien de l'installation nucléaire;
  m) les responsabilités, le programme de formation, les exigences de qualification et les mesures de requalification des travailleurs;
  n) les résultats obtenus grâce à l'application du programme de recrutement, de formation et de qualification des travailleurs liés à l'exploitation et à l'entretien de l'installation nucléaire »
- Les alinéas 14(2)*a)* et *c)* du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* indiquent ce qui suit : « Le titulaire de permis qui exploite une installation nucléaire de catégorie I tient un document sur *a*) les procédures d'exploitation et d'entretien » et « *c*) les résultats des programmes d'inspection et d'entretien prévus dans les permis »
- Le paragraphe 14(4) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* indique ce qui suit : « La personne qui est tenue de tenir un document visé aux alinéas (2)*a*) à *d*) ou (3)*a*) à *d*) en application du présent article le conserve pendant les dix ans suivant l'expiration du permis d'abandon délivré pour l'installation nucléaire de catégorie I »

1.4 Normes internationales

Le présent document est conforme à la philosophie et au contenu technique des normes et des codes modernes. En outre, il se fonde en partie sur les publications internationales suivantes :

- *Ageing Management for Nuclear Power Plants*, Guide de sûreté n° NS-G-2.12 de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) [1]
- *Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants*, Collection Rapports de sûreté n° 57, de l'AIEA [2]
- *Glossaire du vieillissement des centrales nucléaires* de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) [3]

2. Concept généraux

2.1 Vieillissement et obsolescence des structures, systèmes et composants

Orientation

Les SSC d'une installation dotée de réacteurs subissent deux types de changements au fil du temps :

- le vieillissement physique, où les caractéristiques physiques et/ou de rendement des SSC se dégradent avec le temps ou l'usage
- le vieillissement ou l'obsolescence de la technologie, où les SSC deviennent désuets par rapport aux connaissances, normes et technologies en vigueur

Le vieillissement physique peut, au fil du temps, réduire la capacité d'une structure, d'un système ou d'un composant à exercer ses fonctions de sûreté à l'intérieur des limites et selon les spécifications prises en compte dans le dimensionnement et l'analyse de la sûreté. Plusieurs mécanismes de vieillissement peuvent s'allier en synergie et entraîner des effets de vieillissement inattendus ou accélérés, ou encore la défaillance prématurée d'un composant ou d'un élément structural. L'effet conjugué de plusieurs composants ou éléments dégradés peut considérablement nuire au rendement en matière de sûreté d'un système ou d'une structure. Par exemple, même si des composants individuels dégradés respectent encore leurs critères d'aptitude au service, l'effet combiné de tous les composants dégradés pourrait entraîner le rendement inacceptable en matière de sûreté d'un système ou d'une centrale.

La sûreté d'une installation dotée de réacteurs peut également être touchée si l'obsolescence des SSC n'est pas établie et corrigée avant que le déclin de ceux-ci en matière de fiabilité et de disponibilité ne se manifeste. Cette conséquence est plus susceptible de s'appliquer aux systèmes et composants (surtout l'instrumentation, les contrôles et les composants mécaniques) qu'aux principaux éléments structuraux d'une installation (bien qu'on ait déjà observé des exemples dans ces derniers, comme avec les coquilles d'expansion du béton). Les SSC à risque d'obsolescence doivent donc être identifiés pour qu'une réserve adéquate de pièces de rechange soit créée en attendant qu'une solution appropriée soit trouvée. La nature de cette solution dépendra du contexte propre à la situation; par exemple, elle peut comprendre le choix d'autres composants ou pièces d'équipement qui accomplissent la même fonction de sûreté ou la restructuration de la centrale afin de supprimer le besoin des systèmes ou composants désuets.

Le vieillissement physique et l'obsolescence des SSC peuvent augmenter la probabilité de défaillances ou de défaillances d'origine commune, ainsi que la réduction de l'efficacité de la défense en profondeur. Ils peuvent également entraîner :

- le besoin de réduire la puissance du réacteur afin de respecter les marges de sûreté
- des arrêts forcés ou imprévus
- des arrêts pour entretien considérablement prolongés ou plus fréquents
- des inspections additionnelles et la surveillance des mesures d'entretien correctif et des réparations
- une augmentation des doses pour les travailleurs concernés
- dans les cas extrêmes, l'arrêt prématuré d'une centrale

Par conséquent, le vieillissement physique et l'obsolescence des SSC des installations dotées de réacteurs devraient être compris et gérés efficacement et de manière proactive à chaque étape du

cycle de vie d'une installation et des SSC, depuis la conception, la fabrication et la construction, la mise en service jusqu'à l'exploitation (y compris l'exploitation prolongée ou à long terme et les arrêts prolongés) ainsi que pendant le déclassement. Une attention particulière devrait être accordée aux phénomènes de vieillissement qui pourraient nuire à la disponibilité des SSC qui, directement ou indirectement, ont des effets négatifs sur l'exploitation sûre de l'installation dotée de réacteurs. Il faudrait également porter attention aux effets du vieillissement sur les SSC qui n'exercent aucune fonction de sûreté, mais dont la défaillance pourrait empêcher des SSC liés à la sûreté d'exécuter leurs fonctions prévues en cas d'accidents de dimensionnement, ou sur lesquels on doit pouvoir se fier dans le cas d'accident additionnel de dimensionnement. Les exigences particulières associées aux différentes phases du cycle de vie sont présentées à la section 3.0.

2.2 Démarche systématique et intégrée de gestion du vieillissement

Orientation

La gestion efficace du vieillissement utilise donc une approche systématique comportant un cadre intégré permettant de coordonner tous les programmes et toutes les activités de soutien associés à la compréhension, au contrôle, à la surveillance et à l'atténuation des effets du vieillissement de l'installation. Tel qu'illustré à la figure 1, cette méthode est une adaptation du cycle PLAN-EXÉCUTION-VÉRIFICATION-ACTION de Deming pour la gestion du vieillissement d'une structure, d'un système ou d'un composant[1] :

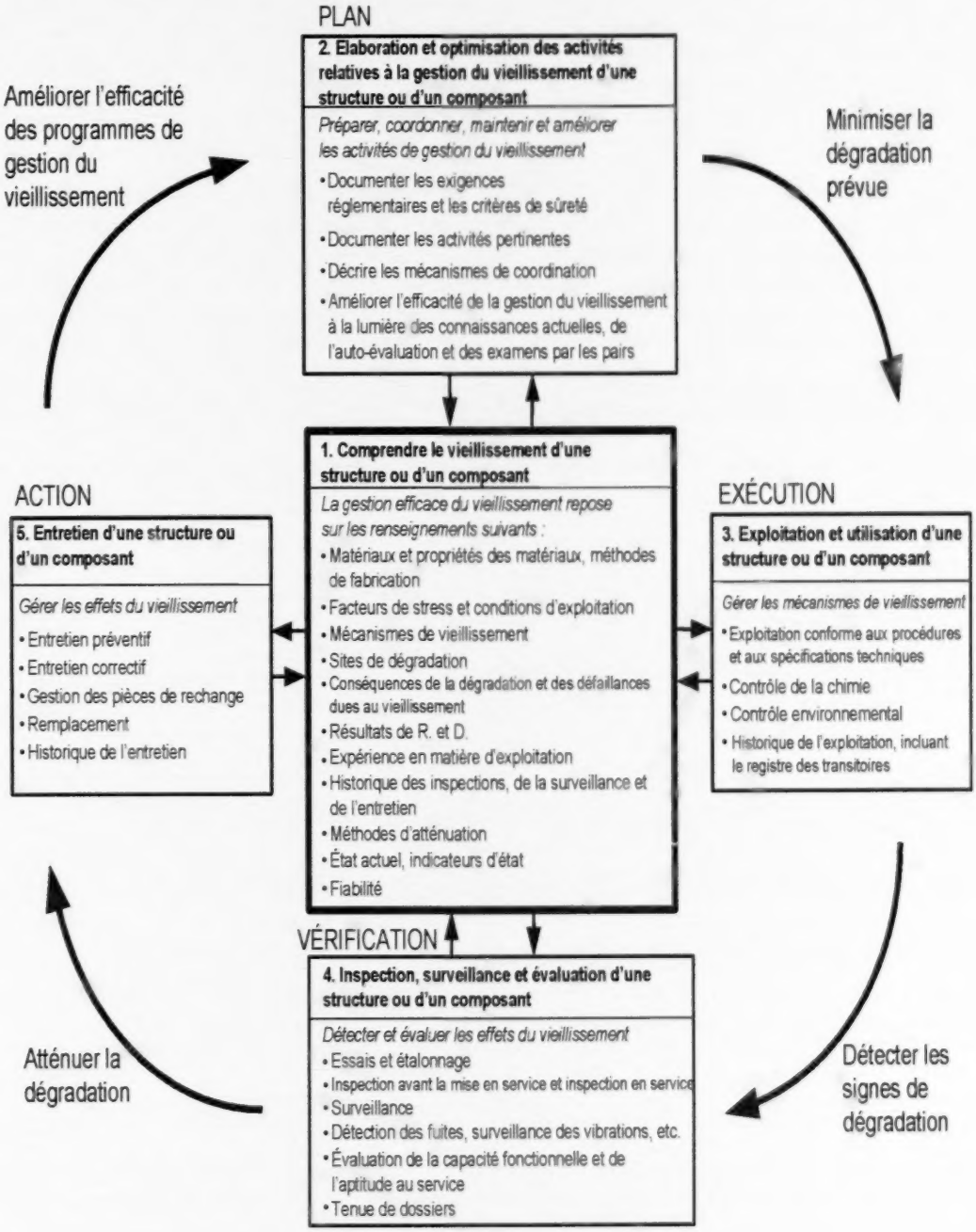
1. La clé de la gestion efficace du vieillissement d'une structure ou d'un composant consiste à comprendre sa façon de vieillir. Pour bien comprendre, il faut tenir compte du dimensionnement (y compris les codes et normes applicables), de l'analyse de la sûreté, des fonctions de sûreté, de la conception et de la fabrication, des matériaux, de l'historique d'exploitation et d'entretien, de l'expérience en exploitation générique et propre à la centrale, des résultats de recherche pertinents et de l'identification de préoccupations potentielles relatives à l'obsolescence.
2. L'activité PLAN comprend la coordination, l'intégration et la modification des activités et programmes existants qui se rapportent à la gestion du vieillissement et de l'obsolescence d'un système, d'une structure ou d'un composant et à l'élaboration de nouveaux programmes, si nécessaire.
3. L'activité EXÉCUTION comprend la réduction au minimum de la dégradation prévue d'un système, d'une structure ou d'un composant en l'exploitant prudemment ou conformément aux procédures d'exploitation et aux spécifications techniques
4. L'activité VÉRIFICATION comprend la détection et la caractérisation en temps opportun d'une dégradation importante en effectuant des inspections et en surveillant les structures ou composants et en évaluant la dégradation observée, afin de déterminer le type de mesures correctrices requises et le moment auquel il conviendrait de les appliquer.
5. L'activité ACTION comprend l'atténuation et la correction en temps opportun de la dégradation d'un composant par l'entretien approprié et par des modifications à la conception, y compris la réparation d'un composant ainsi que le remplacement d'une structure ou d'un composant.

Le processus repose sur l'amélioration continue du programme de gestion du vieillissement, basée sur une meilleure connaissance du vieillissement des composants et sur les résultats d'auto-évaluations et d'examens par les pairs. L'information obtenue au moyen de cette méthode apporte

[1] AIEA, Collection rapports de sûreté n° 57, *Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants* [2]

une contribution importante aux programmes existants d'une centrale, notamment en matière d'entretien et d'exploitation.

Figure 1 : Démarche systématique et intégrée pour gérer le vieillissement [2].



Dans la pratique, la gestion efficace du vieillissement exige la participation et l'appui de nombreuses organisations internes et externes ainsi que des programmes et des processus essentiels de la centrale. Par exemple :

- analyse déterministe de la sûreté
- étude probabiliste de la sûreté
- procédure de contrôle des modifications techniques, de la conception
- programmes d'inspection périodique et en service
- fiabilité de l'équipement
- programmes d'entretien
- programmes de qualification environnementale
- programmes de surveillance de la sûreté des systèmes
- procédures d'exploitation, programmes de chimie
- expérience en exploitation, analyse des événements importants et programmes de recherche

Voir les références 4 à 18 de la section Références pour connaître les documents d'application de la réglementation de la CCSN et les normes du Groupe CSA applicables. Même si chacun de ces programmes et processus d'une centrale contribuent à la gestion du vieillissement, celle-ci n'est en général pas leur principale fonction, et aucun ne fournit un programme ou processus complet pour la gestion du vieillissement des SSC.

Les programmes de fiabilité et d'entretien n'incluent habituellement pas les SSC passifs et à longue durée de vie (comme les composants d'assemblage, canaux de combustible, conduites d'alimentation, générateurs de vapeur, appareils et conduites sous pression, structures, câbles, etc.) qui sont difficiles ou impossibles à remplacer ou à changer, sauf dans le cadre d'un arrêt prolongé à des fins d'entretien ou de remise à niveau. Les programmes d'inspection et de surveillance fournissent des données dont on se sert pour confirmer la condition ou l'aptitude au service actuel de ces SSC.

Les plans de gestion du cycle de vie sont conçus pour les structures et composants, mais normalement, ils ne tiennent pas compte des effets des autres composants ni du rendement global du système en matière de sûreté. Il importe de déterminer l'impact du vieillissement sur la sûreté de la centrale, y compris les marges de sûreté déterminées au moyen d'une analyse déterministe de sûreté mise à jour, ce qui exige une méthode systémique et intégrée de gestion du vieillissement.

Les processus du système de gestion du titulaire de permis devraient donc comprendre des exigences garantissant la présence documentée d'un cadre global de programmes de GV intégré pour l'installation. Ce cadre devrait inclure un programme exhaustif d'ensemble, ou il pourrait inclure une « feuille de route » permettant de constater que les processus et programmes actuels répondent aux exigences d'une gestion efficace du vieillissement. La gestion du vieillissement ne remplace pas nécessairement les programmes actuels, mais sur la base de l'évaluation, elle les modifie (réduction, mise à niveau, élimination ou ajout) en vue de l'obtention d'un programme intégré systématique de gestion efficace du vieillissement.

Des plans de GV mécanistes ou propres à des SSC particuliers devraient être établis et mis en place en fonction du cadre de programmes de GV intégré du titulaire de permis, et tenir compte des caractéristiques d'un plan de GV efficace, comme le montre l'annexe A. La portée des plans de GV propres à des SSC particuliers devrait correspondre à l'importance sur le plan de la sûreté, aux fonctions nominales et au rendement attendu des SSC, ainsi qu'à leurs effets sur l'exploitation sûre de l'installation dotée de réacteurs.

Les pratiques ou programmes existants d'une centrale qui sont crédités comme plans de GV, notamment les plans de gestion du cycle de vie de l'équipement, les programmes de surveillance de la sûreté des systèmes, les programmes relatifs à la chimie de l'eau, les programmes d'inspections et les programmes de qualification environnementale devraient être évalués par rapport aux caractéristiques indiquées en annexe A. Les programmes ou les plans qui ne comprennent pas ces caractéristiques devraient être modifiés, selon le cas. Par exemple, des programmes ou pratiques d'entretien, d'inspection ou de surveillance de la sûreté des systèmes existants pourraient convenir pour la gestion du vieillissement d'une structure, d'un système ou d'un composant, à condition qu'ils traitent les caractéristiques de l'annexe A.

Des exigences particulières relatives au cadre de programmes de GV intégré du titulaire de permis et aux plans de GV connexes se trouvent à la section 4.0.

3. Stratégie proactive de gestion du vieillissement

Des activités de gestion du vieillissement doivent être instituées de façon proactive tout au long du cycle de vie des SSC ou d'une installation de réacteurs ou (durant la conception, la fabrication et construction, la mise en service, l'exploitation et le déclassement).

Orientation

Ce document met l'accent sur le besoin de tenir compte de façon proactive de la gestion du vieillissement pendant chaque phase du cycle de vie d'une installation dotée de réacteurs, c.-à-d., la conception, la construction, la mise en service, l'exploitation (y compris l'exploitation à long terme et les arrêts prolongés) et le déclassement. Ces phases peuvent s'appliquer à des SSC précis ou à l'ensemble d'une installation

3.1 Conception

Des mesures appropriées doivent être prises et des caractéristiques doivent être introduites à l'étape de la conception pour faciliter la gestion efficace du vieillissement tout au long de la vie d'une centrale nucléaire.

La gestion du vieillissement doit également être considérée dans la conception de modifications aux centrales actuellement en exploitation ainsi que pour les changements de conception liés à des modifications, à des réparations ou à des remplacements de SSC particuliers.

Orientation

L'approche proactive de la gestion du vieillissement débute dès la phase de conception, au cours de laquelle sont prises des décisions importantes qui influent considérablement sur la prévention et la gestion des effets du vieillissement.

Le document RD/GD 337, *Conception des nouvelles centrales nucléaires* [7] et le document subséquent[2] établissent les exigences en matière de conception des nouvelles installations dotées de réacteurs, qui incluent la prise en compte des effets du vieillissement et de l'usure des SSC.

---

[2] Le document subséquent est intitulé REGDOC-2.5.2, *Conception d'installations dotées de réacteurs : centrales nucléaires*

L'exigence selon laquelle des mesures appropriées doivent être prises et des caractéristiques de conception doivent être introduites à l'étape de la conception pour permettre une gestion efficace du vieillissement est complémentaire aux exigences du document RD/GD-337. Les aspects suivants liés à la gestion du vieillissement devraient être pris en compte à l'étape de la conception :

1. appliquer une démarche systématique à l'étape de la conception pour s'assurer de comprendre le vieillissement des SSC, pour évaluer les démarches efficaces et les caractéristiques techniques relatives à la prévention du vieillissement, à sa surveillance et à son atténuation, et pour mettre sur pied des plans de GV pour les SSC (voir sections 4.3, 4.4 et 4.6)
2. tenir compte des effets et des interactions entre les facteurs de stress mécaniques, thermiques, électriques, physiques, biologiques et radioactifs sur les propriétés des matières, sur le vieillissement des matières et sur les processus de dégradation. Dans la documentation sur la conception, indiquer de quelle façon les précédents problèmes de vieillissement génériques pertinents, l'expérience de gestion du vieillissement pertinente et les résultats de recherche sont traités
3. définir la durée de vie sûre ou qualifiée des SSC dans la documentation sur la conception, à l'aide d'une évaluation des marges de conception qui tient compte de toutes les dégradations potentielles et de tous les mécanismes de vieillissement et d'usure connus, y compris les effets des processus d'essai et d'entretien. Préciser les SSC qui ont une durée de vie plus courte que celle de la centrale nucléaire et fournir des stratégies de gestion dans la documentation sur la conception
4. tenir compte des effets du vieillissement selon les conditions du dimensionnement, notamment les régimes transitoires et les conditions pouvant déclencher un incident, dans les spécifications relatives aux programmes de qualification de l'équipement (p. ex. programmes de qualification environnementale et de qualification sismique)
5. inclure dans le plan d'aménagement de la centrale et la conception des SSC des mesures pour faciliter les activités d'inspection, d'essais, de surveillance, d'entretien, de réparation et de remplacement, et pour maintenir le risque de radioexposition attribuables à ces activités au niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre (principe ALARA, de l'anglais *as low as reasonably achievable*)
6. définir les données relatives aux inspections et aux essais de référence (de base) ainsi que celles relatives aux inspections et aux essais effectués avant, pendant ou après la mise en service, qui doivent être recueillies et documentées aux fins de la gestion du vieillissement pendant la fabrication, la construction, la mise en service, l'exploitation et le déclassement
7. définir les problèmes d'obsolescence potentiels des SSC, évaluer les effets sur la sûreté et la fiabilité du rendement, et fournir des stratégies de gestion
8. dans la documentation sur la conception, indiquer tout processus particulier appliqué à la fabrication et à la construction des SSC qui a pour but de prévenir, d'atténuer ou d'éliminer les mécanismes de vieillissement connus, comme le traitement thermique, la finition de surface, le régime de durcissement, etc.
9. dans les documents de conception, indiquer les conditions environnementales et fonctionnelles importantes ainsi que tout autre paramètre à surveiller ou à contrôler qui a une incidence sur les hypothèses de vieillissement utilisées dans la conception
10. indiquer les dispositions requises relatives à la gestion du vieillissement dans les documents d'approvisionnement des nouvelles installations et des SSC, y compris les documents des fournisseurs et d'autres entrepreneurs (organismes de conception, vendeurs, fabricants, agences d'inspection, etc.)

La gestion du vieillissement doit également être prise en compte dans la conception de modifications aux plans d'exploitation existants et dans la conception de modifications, de réparations et de remplacements pour des SSC précis. Cela n'empêche en rien l'utilisation d'éléments similaires pour des réparations et des remplacements. Par contre, si une structure, un système ou un composant fait défaillance ou que son rendement se détériore en raison d'un vieillissement prématuré, il faudrait songer à apporter des améliorations qui préviendront ou ralentiront les effets du vieillissement. Les considérations liées à la gestion du vieillissement aux fins de réparations et de remplacements peuvent comprendre le choix de meilleurs matériaux, des cloisons de canalisations plus épaisses, le soulagement de la pression exercée sur les coudes des conduites et la saisie de mesures de référence

3.1.1 Contenu relatif à la gestion du vieillissement dans les rapports d'analyse de la sûreté

L'analyse déterministe de la sûreté des installations dotées de réacteurs doit rendre compte des effets cumulatifs de la dégradation due au vieillissement des SSC sur les systèmes dans leur ensemble et sur le rendement de la centrale en matière de sûreté.

Les examens périodiques des rapports d'analyse de la sûreté doivent inclure l'expérience en matière d'exploitation et les conclusions des recherches en ce qui a trait au vieillissement ainsi qu'à la mise en œuvre des résultats de l'analyse en question (voir également la section 3.4.1).

Orientation

L'analyse déterministe de la sûreté et l'étude probabiliste de la sûreté de l'installation dotée de réacteurs devrait reposer sur des données de conception et d'exploitation complètes et exactes, et tenir compte des effets cumulatifs de la dégradation attribuable à l'âge des SSC sur le rendement global des systèmes et de la centrale en matière de sûreté [3, 4]. Dans le cas de l'analyse déterministe de la sûreté, il faudrait déterminer et prendre en compte les incertitudes importantes dans l'analyse ou dans les données concernant les hypothèses de vieillissement, notamment celles associées au rendement d'une installation, aux mesures de fonctionnement et aux paramètres de modélisation.

Le rapport d'analyse de la sûreté de l'installation devrait traiter des aspects suivants de la gestion du vieillissement :

1. un aperçu de la stratégie proactive relative à la gestion du vieillissement et des étapes préalables à sa mise en œuvre
2. les SSC de la centrale importants pour la sûreté qui pourraient être touchés par le vieillissement
3. les hypothèses, les méthodes, les données et les critères d'acceptation utilisés pour tenir compte des effets du vieillissement des SSC dans le cadre de l'analyse de la sûreté, notamment les hypothèses limitées dans le temps et les données sur les défaillances pour les études probabilistes de sûreté
4. les conditions opérationnelles critiques, les limites et les conditions d'exploitation ainsi que les autres paramètres à surveiller ou à contrôler qui influent sur les hypothèses du

---

[3] RD-310, *Analyses de la sûreté pour les centrales nucléaires* [4] et GD-310, *Document d'orientation sur les analyses de la sûreté des centrales nucléaires* [5], ou le document subséquent REGDOC-2.4.1, *Analyse déterministe de sûreté*

[4] S-294, *Études probabilistes de sûreté (ÉPS) pour les centrales nucléaires* [6], ou le document subséquent REGDOC-2.4.2, *Études probabilistes de sûreté (ÉPS) pour les centrales nucléaires*

vieillissement utilisées dans les analyses déterministes de la sûreté ou la qualification de l'équipement
5. les données et l'information à recueillir pour la gestion du vieillissement afin de confirmer que les hypothèses de l'analyse déterministe de la sûreté et les critères d'acceptation continuent d'être respectés

3.2 Fabrication, construction et installation

La gestion du vieillissement doit être prise en considération dans les processus de fabrication, de construction et d'installation des nouvelles installations dotées de réacteurs ainsi que dans les processus de modification, de réparation et de remplacement des SSC des installations actuellement en exploitation.

Des procédures pertinentes doivent définir les méthodes qui visent à empêcher que les processus de fabrication, de construction, et d'installation nuisent au fonctionnement des SSC en raison du vieillissement.

Orientation

Les pratiques de fabrication et de construction peuvent avoir un effet important sur la résistance des SSC au vieillissement, lequel ne devient souvent apparent que beaucoup plus tard au cours de la durée de vie utile. Il y aurait donc lieu d'établir et de mettre en œuvre des dispositions assurant la surveillance, la gestion et le contrôle de la dégradation des SSC attribuable au vieillissement afin de veiller à ce que les processus de fabrication, de construction et de mise en service n'aient pas d'effets négatifs sur la résistance au vieillissement des SSC. Ces dispositions devraient tenir compte des connaissances et de l'expérience actuelles concernant la gestion du vieillissement, et d'autres facteurs pertinents qui influent sur le vieillissement et la gestion du vieillissement d'une structure, d'un système ou d'un composant.

Le titulaire de permis devrait s'assurer de tenir compte de ce qui suit :

1. les connaissances actuelles concernant les mécanismes pertinents du vieillissement, les effets ou la dégradation et les mesures préventives ainsi que les mesures d'atténuation possibles sont pris en compte dans la fabrication, la construction et l'installation des SSC
2. les SSC de la centrale importants pour la sûreté qui pourraient être touchés par le vieillissement
3. l'information pertinente sur les facteurs ayant une incidence sur la gestion du vieillissement et sur les paramètres agissant sur la dégradation due au vieillissement est clairement spécifiée dans les documents d'approvisionnement, et elle est transmise aux fournisseurs et aux entrepreneurs des SSC
4. les fournisseurs et les entrepreneurs tiennent suffisamment compte des facteurs qui influent sur la gestion du vieillissement
5. les données de référence requises pour gérer le vieillissement sont recueillies et documentées
6. des éprouvettes de surveillance pour des programmes spécifiques de surveillance du vieillissement sont rendues disponibles et installées conformément aux spécifications de la conception

3.3 Mise en service

La gestion du vieillissement doit être prise en considération dans les activités de mise en service des nouvelles installations dotées de réacteurs ainsi que dans les projets majeurs de réparation, de remplacement et de modification de SSC des installations existantes.

Des mesures appropriées doivent être prises pour consigner les données de référence nécessaires à la gestion du vieillissement des SSC durant la mise en service.

Les conditions et les paramètres opérationnels critiques, comme ceux qui sont considérés dans la qualification de l'équipement et dans les hypothèses liées au vieillissement contenues dans les analyses de la conception et de la sûreté, doivent être vérifiés.

Orientation

Les aspects suivants devraient être pris en compte dans les activités de mise en service :

1. l'information pertinente sur les facteurs ayant une incidence sur la gestion du vieillissement et les paramètres ayant une influence sur la dégradation due au vieillissement devrait être déterminée, prise en compte, surveillée et contrôlée lors de la mise en service
2. les données de l'inspection de référence ou initiale pour la gestion du vieillissement devraient être consignées
3. les conditions et paramètres opérationnels critiques, comme ceux qui sont pris en compte dans les hypothèses relatives à la qualification et au vieillissement de l'équipement utilisées dans les analyses de la sûreté, devraient être vérifiés afin d'être conformes à la conception et aux analyses de la sûreté
4. une attention particulière devrait être mise sur l'identification et la consignation des zones thermiques et de rayonnement concentrées, et sur la mesure des niveaux de vibration

3.4 Exploitation

Les titulaires de permis doivent établir et mettre en œuvre des processus, programmes et procédures appropriés de gestion du vieillissement et de l'obsolescence des SSC afin que les fonctions de sûreté requises soient maintenues durant la phase d'exploitation de l'installation.

Les opérations de l'installation doivent être surveillées et consignées pour démontrer la conformité avec les conditions opérationnelles critiques, les limites et conditions d'exploitation et les autres paramètres (voir section 3.1.1) dont on a constaté qu'ils influent sur les hypothèses du vieillissement utilisées dans les analyses de la sûreté ou la qualification de l'équipement.

En cas de changements opérationnels ou de modifications des SSC, un examen des changements possibles dans les conditions environnementales ou opérationnelles (p. ex. la température, le diagramme de débit, la vélocité, les vibrations et le rayonnement) susceptibles d'influer sur le vieillissement et la défaillance des SSC (voir aussi la section 3.1) doit être réalisé.

Les mesures correctrices déterminées par les activités des plans de GV doivent être gérées dans le cadre du programme des mesures correctrices de la centrale.

Il faut prendre des mesures afin que les pièces de rechange ou de remplacement et les produits consomptibles soient stockés dans des environnements contrôlés appropriés (température et

humidité appropriées, protection contre les attaques chimiques et accumulation de poussières). La durée de vie en stockage doit être prise en considération.

Orientation

Pendant la phase d'exploitation de la centrale, les titulaires de permis doivent établir et mettre en œuvre un cadre global de programmes de GV pour la centrale qui assure la coordination et la communication entre tous les programmes de la centrale et programmes externes applicables pour gérer le vieillissement et l'obsolescence des SSC. Une démarche systématique (y compris des arrangements organisationnels appropriés, la collecte de données et la tenue des dossiers, l'examen préalable des SSC et les évaluations du vieillissement) devrait être exécutée pour veiller à ce que :

1. tous les SSC sensibles aux effets du vieillissement ou à l'obsolescence qui peuvent, directement ou indirectement, avoir un effet négatif sur l'exploitation sûre de la centrale nucléaire sont dégagés
2. les effets du vieillissement sur les SSC et les répercussions potentielles sur les fonctions de sûreté dus au vieillissement et à l'obsolescence sont systématiquement identifiés, évalués et documentés
3. les mesures concrètes de prévention, de surveillance et d'atténuation du vieillissement sont évaluées et mises en œuvre pour veiller à ce que les SSC et les fonctions de sûreté requis ne soient pas compromis pendant l'exploitation normale et en cas d'accident de dimensionnement, en plus de ceux sur lesquels on se fie pour les accidents additionnels de dimensionnement

Des renseignements supplémentaires se trouvent à la section 4.0.

Les conditions opérationnelles critiques, les limites et conditions d'exploitation et les autres paramètres qui ont une incidence sur les hypothèses de vieillissement utilisés dans les analyses de la sûreté, la conception ou la qualification de l'équipement devraient être surveillés et consignés pour assurer la conformité et pour détecter, signaler et évaluer en temps utile les conditions opérationnelles imprévues afin que des mesures correctrices puissent être prises avant que la sûreté de la centrale nucléaire ne soit touchée de manière négative.

Des procédures devraient être mises en place pour veiller à ce que tout changement au fonctionnement des systèmes ou toute modification à la conception soit examiné pour que l'on connaisse les effets sur l'environnement ou les conditions fonctionnelles (température, diagramme du débit, vélocité, vibrations, fluence du rayonnement, etc.) des SSC, y compris les SSC avoisinants ou connectés, de sorte qu'ils n'entraînent pas un vieillissement préjudiciable ou un nouveau mécanisme de défaillance. Dans ces situations, les plans de GV devraient être mis à jour en conséquence.

Des procédures devraient être mises en place pour qu'un examen approprié de la gestion du vieillissement soit exécuté si un nouveau mécanisme de vieillissement est découvert (p. ex. par la rétroaction découlant des résultats des inspections, de la surveillance, de l'expérience de l'exploitation ou des recherches).

3.4.1 Examen et mise à jour de l'analyse de la sûreté

Dans le cadre de l'examen et de la mise à jour de l'analyse déterministe de la sûreté, les titulaires de permis doivent tenir compte des effets du vieillissement des SSC, des résultats de recherche et des progrès en matière de connaissance et de compréhension des mécanismes de vieillissement

(p. ex. évaluation des effets cumulatifs du vieillissement des SSC sur le système général, sur le rendement de la centrale en matière de sûreté ainsi que sur les aperçus des risques obtenus à l'aide d'études probabilistes de sûreté).

Orientation

L'analyse déterministe de sûreté devrait être revue et mise à jour régulièrement pour tenir compte des changements dans la configuration et les conditions de la installation dotée de réacteurs, les paramètres et procédures opérationnels, les résultats de recherche et les progrès en matière de connaissance et de compréhension des phénomènes physiques.

Les données et l'information recueillies grâce aux plans de GV devraient être examinées afin de confirmer que les hypothèses, les paramètres crédités et les prévisions de l'analyse de la sûreté demeurent valides, et que les critères limitatifs et les marges nominales requises continuent d'être respectés à mesure que la centrale vieillit.

L'étude probabiliste de la sûreté devrait être mise à jour régulièrement, conformément au S-294, *Études probabilistes de sûreté (ÉPS) pour les centrales nucléaires* [6] ou au document subséquent[5] à l'aide des données et des renseignements recueillies dans les plans de GV, dans la mesure du possible.

3.4.2 Exploitation à long terme

Le titulaire de permis doit effectuer un examen en profondeur des effets du vieillissement sur la sûreté de l'installation dotée de réacteurs et évaluer l'efficacité des plans de GV pour l'exploitation à long terme, afin de déterminer les mesures correctrices et les améliorations possibles. Des évaluations des conditions doivent être effectuées dans le cadre de l'examen du vieillissement pour l'exploitation à long terme (voir section 4.5).

L'examen doit montrer que :

1. tous les SSC qui peuvent nuire, directement ou indirectement, à l'exploitation sûre de l'installation dotée de réacteurs sont évalués à l'égard de la période d'exploitation à long terme
2. les effets du vieillissement pour ces SSC continueront à être identifiés et gérés au cours de la période prévue d'exploitation à long terme
3. toutes les analyses déterministes de la sûreté comportant des hypothèses limitées dans le temps sont validées pour la période proposée d'exploitation à long terme afin de donner l'assurance que les effets du vieillissement sont gérés efficacement (c.-à-d. pour démontrer que la fonction prévue d'une structure, d'un système ou d'un composant demeurera à l'intérieur des marges de sûreté de la conception pendant toute la période prévue de l'exploitation à long terme).

Les résultats de l'examen de la gestion du vieillissement ayant trait à l'exploitation à long terme doivent être documentés, les constatations doivent être traités.

---

[5] Le document subséquent est intitulé REGDOC-2.4.2, *Études probabilistes de sûreté (ÉPS) pour les centrales nucléaires*

Orientation

Un examen de la condition réelle des SSC et de la gestion du vieillissement en vue de l'exploitation à long terme devrait être mené en conformité avec le document RD-360, *Prolongement de la durée de vie des centrales nucléaires* [18] ou le document subséquent[6], et le guide de sûreté particulier de l'AIEA SSG-25, *Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants* [19]. De l'orientation supplémentaire sur l'examen de la gestion du vieillissement pour l'exploitation sûre à long terme se trouve dans les documents *Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants* (AIEA, Collection rapports de sûreté, n° 57) [2] et *International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL) for Nuclear Power Plants* (AIEA, Collection rapports de sûreté n° 80) [20].

3.4.3 Arrêts prolongés

Les titulaires de permis doivent examiner et, au besoin, réviser les plans de GV propres à des SSC particuliers pour s'assurer que les facteurs pertinents de dégradation due au vieillissement sont pris en considération pour les SSC temporairement à l'état d'arrêt ou placés en stockage sûr pendant les arrêts prolongés.

Les dispositions requises pour la gestion du vieillissement doivent être définies dans les spécifications relatives à l'arrêt du système ou dans les plans de conservation, y compris les exigences selon lesquelles des évaluations de l'état des SSC doivent être exécutées avant la remise en service d'une installation dotée de réacteurs à la suite d'un arrêt prolongé (voir section 4.5).

Orientation

Les arrêts prolongés sont des arrêts de réacteur de plus d'une année et ne comprennent pas les arrêts réguliers pour entretien. Pendant les arrêts prolongés, les SSC peuvent devoir être placés temporairement à l'état d'arrêt ou en stockage sûr, ce qui exige des mesures et des contrôles additionnels pour empêcher la dégradation associée au vieillissement.

La révision des processus de gestion du vieillissement propres aux SSC peuvent tenir compte des différences relativement au potentiel de risque et aux conditions d'exploitation entre l'arrêt temporaire ou le stockage sûr et les conditions d'exploitation normale.

Les dispositions pour la gestion du vieillissement devraient comprendre la définition de toute exigence concernant l'évaluation d'une condition ou la réalisation d'autres activités de gestion du vieillissement. Ce ne sont pas toutes les évaluations de la condition dans la portée du programme qui doivent être exécutées à la suite d'un arrêt prolongé, mais juste celles requises en fonction de la condition d'arrêt temporaire. La portée de l'évaluation de la condition peut reposer sur la condition de l'arrêt temporaire, qui n'est pas nécessairement limité dans le temps.

Les dispositions pour la gestion du vieillissement, notamment la portée des évaluations de la condition, devraient être réévaluées si la durée de l'arrêt dépasse de beaucoup ce qui était prévu au départ (p. ex. en raison de problèmes imprévus ou de retards dans la remise en service).

---

[6] Le document subséquent est intitulé REGDOC-2.3.3, *Conduite de l'exploitation : examens intégrés de la sûreté.*

3.5 Déclassement

Les titulaires de permis doivent établir et mettre en œuvre les activités de gestion du vieillissement dans les plans et les procédures de déclassement pour les SSC qui doivent demeurer disponibles et fonctionnels durant le déclassement.

Orientation

Pendant la période de transition, allant de l'arrêt de la tranche à son déclassement, et lorsqu'il est nécessaire de le faire pour faciliter le déclassement, des mesures appropriées de gestion du vieillissement doivent se poursuivre pour veiller à ce que les SSC requis demeurent disponibles et fonctionnels. La phase des activités de stabilisation et la phase de stockage et de surveillance peuvent être considérées comme un sous-ensemble du déclassement, au cours duquel une attention particulière doit être portée à tout équipement en rapport avec l'utilisation des piscines de combustible usé, le refroidissement à l'arrêt et le déchargement du combustible (appareils de chargement du combustible et équipement de systèmes de transfert du combustible). Pour ce faire, il pourrait s'avérer nécessaire de mettre en œuvre des dispositions de gestion du vieillissement à relativement long terme pour certains SSC, par exemple, les systèmes de confinement et les piscines de stockage du combustible usé, les systèmes de protection contre les incendies, l'équipement de levage et l'équipement de surveillance, et ces dispositions doivent respecter les exigences en matière d'autorisation.

Les plans de GV pourraient ne plus être requis pour des SSC particuliers une fois ceux-ci mis hors service de façon permanente et une fois les risques résiduels faibles et acceptables. Par exemple, dans le cas des composants de réacteur, cela pourrait se produire une fois le réacteur déchargé de son combustible et vidangé, puis placé en état de stockage sécuritaire. Toutefois les plans de GV seront nécessaires pour les SSC nécessaires pour surveiller ou sécuriser les composants de réacteur activés ou contaminés (p. ex. protection contre les incendies, équipement de surveillance et équipement de sécurité).

4. Programmes intégrés de gestion du vieillissement

Les titulaires de permis doivent adopter une démarche systématique et intégrée pour établir, mettre en œuvre et améliorer les programmes appropriés afin de gérer le vieillissement et l'obsolescence des SSC. Les processus de gestion des installations dotées de réacteurs doivent prévoir des exigences visant à établir un document présentant le cadre général de programmes de GV intégré des centrales. Ce cadre doit comprendre les éléments suivants :

1. dispositions organisationnelles
2. collecte de données et tenue de dossiers
3. processus de l'examen préalable et de la sélection des SSC visés par la gestion du vieillissement
4. évaluation de la gestion du vieillissement
5. évaluations de l'état
6. plans de GV propres à des SSC particuliers
7. gestion de l'obsolescence
8. interfaces avec d'autres programmes d'appui aux centrales
9. mise en œuvre des programmes et des plans de GV
10. examen et amélioration des programmes et des plans de GV

Les plans de GV propres à des SSC particuliers doivent être mis en œuvre conformément au cadre général de programmes de GV intégré.

Orientation

Le cadre de programmes de GV intégré devrait prévoir un programme-cadre ou encore un document de type feuille de route qui illustre comment les processus et programmes existants répondent aux exigences de la gestion efficace du vieillissement. Le cadre de programmes de GV serait assujetti aux inspections et aux examens du programme de conformité de la CCSN.

Des exigences détaillées sont fournies dans les sections suivantes. D'autres démarches peuvent être acceptables à la condition que ces éléments soient traités d'une manière équivalente dont on a démontré l'efficacité dans la gestion du vieillissement.

4.1 Dispositions organisationnelles pour la gestion efficace du vieillissement

Les processus de gestion de l'installation dotée de réacteurs doivent comprendre des exigences visant à assurer l'établissement de dispositions organisationnelles appropriées pour faciliter la mise en œuvre efficace des plans de GV.

Orientation

Il faudrait tenir compte des aspects suivants :

1. la politique et les objectifs établis du cadre général de programmes de GV intégré, les ressources allouées (humaines, financières, formation, outils et équipement) et les processus permettant de surveiller le programme afin de s'assurer qu'il atteint ses objectifs
2. les responsabilités définies pour la mise en œuvre des activités de gestion du vieillissement
3. les dispositions sur la formation et sur le mentorat à l'intention du personnel affecté aux opérations, à l'entretien, à l'ingénierie, etc., pour veiller à ce qu'il connaisse suffisamment les concepts de la gestion du vieillissement et les exigences du programme
4. les organismes externes requis, le cas échéant, pour des services particuliers liés à la gestion du vieillissement (p. ex. inspections spécialisées, évaluations, recherche et élaboration des normes)

4.2 Système de collecte de données et de tenue de dossiers pour appuyer la gestion du vieillissement

Le titulaire de permis doit avoir un système approprié de collecte de données et de tenue de dossiers, afin d'appuyer les activités de la gestion du vieillissement et de servir de base pour les décisions relatives au type et à l'échéancier des mesures de gestion du vieillissement.

Les données entrées dans le système doivent être vérifiables, afin de démontrer qu'il y a une vérification adéquate des données entrées et une description détaillée des fondements de toute conclusion et pour assurer le suivi de toutes les sources d'information applicables.

Orientation

Il faudrait établir un système de collecte de données et de tenue de dossiers dès les débuts du cycle de vie d'une installation dotée de réacteurs afin d'appuyer les plans de GV. Les données et les dossiers sur la gestion du vieillissement incluent :

1. les données de référence (de base) sur la conception, la fabrication et la construction de la centrale ou des SSC ainsi que l'état au début de la durée de vie utile, y compris les résultats des essais de qualification de l'équipement, des inspections, des essais de mise en service et de la mise en correspondance des conditions environnementales au cours de la construction et de la mise en service
2. les données et l'historique de l'exploitation de la centrale, les conditions opérationnelles des SSC (y compris les données transitoires), les contrôles chimiques, les indicateurs d'état des SSC, les rapports d'événements ainsi que les données sur l'essai relatif à la disponibilité et la défaillance des SSC
3. les résultats des inspections et de la surveillance en service des matériaux, notamment les spécifications et les résultats ainsi que les constatations qui excèdent les niveaux à signaler
4. les données de l'historique de l'entretien, notamment les données sur la surveillance de l'état et l'entretien des composants et des structures, les évaluations du vieillissement relatives aux défaillances ou à la dégradation importante des SSC, y compris les résultats des analyses des causes fondamentales
5. des dossiers des évaluations du vieillissement et de l'état des SSC, les indicateurs de rendement des plans de GV, les indicateurs de l'état des SSC, l'expérience de l'exploitation interne et externe et les résultats de recherche

4.3 Examen préalable et sélection des structures, systèmes et composants

Il faut recourir à un processus documenté d'examen préalable et de sélection pour dresser la liste des SSC à inclure dans la portée du cadre général de programmes de GV intégré. Ce processus doit comprendre les SSC sensibles à la dégradation par le vieillissement ou aux effets du vieillissement qui peuvent nuire, directement ou indirectement, à la sûreté d'exploitation de l'installation dotée de réacteurs. Ce processus doit inclure les SSC sans fonction de sûreté, mais dont la défaillance pourrait empêcher d'autres SSC liés à la sûreté d'exécuter leurs fonctions prévues.

Orientation

Les exigences relatives au processus d'examen préalable et de sélection de la section 4.3 sont conformes au document RD/GD 210, *Programmes d'entretien des centrales nucléaires* [16] qui traite de tous les SSC à l'intérieur des limites de la centrale. Le processus de sélection dans le cadre de la gestion du vieillissement comprend les SSC passifs de longue date qui pourraient ne pas être visés par les programmes d'entretien. Les exigences du processus d'examen préalable et de sélection pour la gestion du vieillissement ont été intentionnellement assorties d'une portée plus large que celle du document RD/GD-98, *Programmes de fiabilité pour les centrales nucléaires* [15] qui est axé sur la fiabilité de composants principalement actifs des systèmes importants pour la sûreté.

Le processus d'examen préalable et de sélection des SSC devrait suivre une approche axée sur la sûreté. La liste suivante contient des exemples de facteurs à considérer :

1. à partir d'une liste exhaustive de tous les SSC, relever les SSC dont le dysfonctionnement ou la défaillance pourrait mener, directement ou indirectement, à la perte ou à la défaillance d'une fonction de sûreté
2. s'assurer que la liste comprend tous les SSC dont la dégradation pourrait remettre en question les hypothèses formulées dans l'analyse de la sûreté ou avoir un impact sur ces hypothèses
3. veiller à ce que la liste comprenne tous les SSC sur lesquels on compte pour les accidents additionnels de dimensionnement (par exemple, système de ventilation filtré d'urgence dans

l'enceinte de confinement, dispositions concernant une source d'eau d'appoint d'urgence, équipement d'atténuation de l'hydrogène et des gaz combustibles et instruments désignés pour des accidents hors dimensionnement)

4. pour chaque structure, système ou composant, identifier les éléments et composants structuraux dont la défaillance pourrait mener, directement ou indirectement, à la perte ou à la défaillance d'une fonction de sûreté. Par exemple, on pourrait tenir compte des structures, conduites, composants et supports à proximité ou avoisinants sans lien avec la sûreté, mais dont la défaillance pourrait avoir un impact sur un élément lié à la sûreté
5. à partir de la liste des éléments et composants structuraux, identifier ceux pour lesquels la dégradation par le vieillissement a le potentiel d'entraîner une défaillance de composants; fournir la justification pour les composants exclus

Ce processus d'examen préalable et de sélection devrait prendre en compte l'expérience pertinente en matière d'exploitation et les résultats de recherche.

Pour les SSC qui ne font pas partie du plan de GV, des dispositions appropriées devraient être mises en place pour veiller à ce que leur importance pour la sûreté ne change pas pendant la durée de vie de la centrale, en raison de la dégradation due au vieillissement.

La documentation du processus d'examen préalable et de sélection devrait comprendre les sources d'information et tout critère utilisé, et classer la liste définitive des éléments et composants dans des catégories connexes.

Les documents produits devraient être identifiés comme des documents permanents.

4.4 Évaluation de la gestion du vieillissement

Les processus et les procédures de gestion de l'installation dotée de réacteurs doivent prévoir des exigences pour la tenue d'évaluations de la gestion du vieillissement, y compris l'établissement de rapports et de dossiers. Les évaluations portent sur les éléments suivants :

1. comprendre le vieillissement
2. mesures préventives pour réduire au minimum et contrôler la dégradation due au vieillissement
3. méthodes de détection, de surveillance et de dégagement des tendances relativement aux effets du vieillissement
4. méthodes d'atténuation des effets du vieillissement et mesures correctrices

Il faut documenter la procédure de tenue d'évaluations sur la gestion du vieillissement ainsi que les résultats des évaluations.

Orientation

Une méthodologie recommandée est l'évaluation des renseignements pertinents et la documentation des constatations (voir le diagramme à l'Annexe B).

Les résultats de l'expérience en exploitation et des projets de recherche et développement, ainsi que des évaluations antérieures disponibles sur le vieillissement (génériques et propres à la centrale) peuvent être utilisés dans les évaluations. Les examens applicables et pertinents de la gestion du vieillissement (p. ex. ceux préparés par le groupe des propriétaires, les fournisseurs ou les organismes auxiliaires) devraient être utilisés pour réduire au minimum le chevauchement des

tâches, si cela est possible. Des références appropriées devraient être faites et une explication sur l'utilisation de ces références devrait être fournie.

Les résultats des évaluations devraient résumer les enjeux pertinents du vieillissement et l'efficacité des pratiques courantes, comme les plans de gestion du cycle de vie ainsi que les programmes de surveillance de la sûreté des systèmes, d'inspection et d'entretien. Ils devraient également formuler des recommandations sur les activités que prévoient le plan de gestion du vieillissement des SSC, les programmes de soutien de la centrale relativement à la conception, à l'exploitation, à la surveillance et à l'entretien de même que les domaines devant faire l'objet d'autres travaux de recherche et de développement.

4.4.1 Comprendre le vieillissement

Les processus de gestion de l'installation dotée de réacteurs doivent prévoir des exigences visant à évaluer la compréhension actuelle du vieillissement des SSC sélectionnés.

Orientation

La compréhension actuelle du vieillissement des SSC sélectionnés devrait être documentée en fonction d'une évaluation des mécanismes possibles et actuels du vieillissement. L'évaluation doit tenir compte des effets de la dégradation par le vieillissement sur la fonction de sûreté des SSC, de l'effet sur la capacité d'autres SSC à exécuter leurs fonctions de sûreté prévues et d'autres conséquences de la défaillance.

L'évaluation devrait porter sur ce qui suit :

1. les exigences relatives à la conception et au fondement d'autorisation applicables au vieillissement et à la gestion du vieillissement (notamment les codes et les normes applicables, l'analyse déterministe de la sûreté, les fonctions de sûreté et les conséquences d'une défaillance)
2. les matériaux constituant les SSC, les conditions opérationnelles, les facteurs de stress, les sites de dégradation ainsi que les mécanismes et les effets du vieillissement
3. les indicateurs de l'état physique ou fonctionnel des SSC (les indicateurs de l'état)
4. les problèmes d'obsolescence prévus
5. les modèles quantitatifs ou qualitatifs visant à prédire les effets pertinents du vieillissement et les lacunes relatives à leur compréhension
6. les conditions qui limitent la durée de vie des SSC et les critères d'acceptation servant à évaluer la nécessité d'une mesure corrective
7. une liste des données nécessaires pour évaluer le vieillissement des SSC (y compris les lacunes concernant la disponibilité et la qualité des dossiers existants)

4.4.2 Mesures préventives pour minimiser et contrôler la dégradation par le vieillissement

Les méthodes visant à prévenir et à contrôler la dégradation par le vieillissement doivent être évaluées afin de déterminer les mesures appropriées à prendre.

Orientation

L'évaluation devrait porter sur ce qui suit :

1. les mesures préventives à prendre concernant la conception, la sélection des matériaux et des revêtements, les pratiques de fabrication et de construction, la mise en service, les conditions opérationnelles ainsi que l'exploitation préventive et les pratiques d'entretien
2. les paramètres à surveiller ou à inspecter pour assurer l'efficacité des mesures préventives
3. les conditions opérationnelles (conditions environnementales et d'exploitation) à maintenir et les pratiques d'exploitation visant à ralentir la dégradation potentielle de la structure ou du composant

4.4.3 Méthodes de détection, de surveillance et de dégagement des tendances relativement aux effets du vieillissement

Les méthodes de détection, de surveillance et de dégagement des tendances relativement aux effets du vieillissement doivent être évaluées pour établir les mesures appropriées à prendre.

Orientation

L'évaluation devrait comprendre :

1. les paramètres et les indicateurs de l'état en vue de détecter, de surveiller et de dégager les tendances relatives à la dégradation par le vieillissement de la structure ou du composant
2. la technologie efficace (méthodes d'inspection, d'essai, de surveillance et de suivi) pour détecter les effets du vieillissement avant la défaillance des SSC et ce, avec suffisamment de sensibilité, de fiabilité et d'exactitude
3. les données à recueillir pour faciliter l'évaluation du vieillissement des SSC
4. les techniques d'évaluation des données pour reconnaître une dégradation importante et pour prévoir le rendement futur des SSC (y compris l'analyse des données et les tendances)

L'expérience nationale et internationale de l'exploitation devrait être prise en compte dans l'évaluation. L'évaluation des technologies et des méthodes devrait tenir compte du besoin de détecter toute dégradation imprévue, en fonction de l'importante relative de la structure, du système ou du composant pour la sûreté. Par exemple, même si des inspections visant à gérer des mécanismes de dégradation connus peuvent accessoirement mettre au jour une dégradation inattendue, rien ne garantit que les dégradations inattendues seront toujours détectées. Des programmes de surveillance comportant le retrait d'éléments (p. ex. les tubes de force et les coupons de matériaux, etc.) peuvent aider à la découverte de mécanismes de dégradation auparavant inconnus.

De plus, il est bien connu que des mesures de la dégradation prises sur des composants précis peuvent démontrer un large écart, même pour des éléments semblables (p. ex. un amincissement des parois des conduites d'alimentation ou des défauts dans les tubes de force). Les évaluations devraient tenir compte du besoin d'établir un niveau approprié de confiance statistique indiquant que les dégradations importantes ne passeront pas inaperçues.

Des mesures ou une comparaison en parallèle devraient être effectuées avec des techniques éprouvées lorsqu'elles sont essentielles aux activités de gestion de la durée de vie ou aux calculs relatifs à l'aptitude fonctionnelle, ou encore quand des modifications importantes à la technique d'inspection doivent être mises en œuvre. Cela a pour but de s'assurer d'un étalonnage adéquat et de la correction de tout biais.

L'évaluation devrait également inclure une évaluation des risques en matière de sûreté pour la centrale et les travailleurs, à partir des activités de collecte de données.

4.4.4 Méthodes d'atténuation des effets du vieillissement et mesures correctrices

Il faut évaluer les méthodes d'atténuation des effets du vieillissement afin d'établir les mesures correctrices appropriées pouvant être prises.

Orientation

L'évaluation devrait identifier :

1. les mesures liées à l'exploitation, à l'entretien, à la réparation et au remplacement afin d'atténuer rapidement les effets du vieillissement sur la dégradation détectés
2. les critères d'acceptation servant à évaluer la nécessité de mesures correctrices
3. les mesures correctrices à prendre lorsqu'un composant ne satisfait pas aux critères d'acceptation

L'efficacité des méthodes et pratiques existantes d'atténuation de la dégradation due au vieillissement devrait tenir compte de l'expérience en exploitation pertinente et des résultats de la recherche.

4.5 Évaluations de l'état

Les processus de gestion de l'installation dotée de réacteurs doivent prévoir des exigences sur l'évaluation de l'état réel d'une structure, d'un système ou d'un composant dès le début du plan de GV propre à l'élément visé et à intervalles périodiques pendant toute la durée de vie de l'installation ou de cet élément, selon ce qui est requis pour valider l'efficacité du plan de GV. Il faut documenter la procédure d'évaluation de l'état de même que les résultats.

Orientation

Les évaluations de l'état servent à établir la condition réelle d'une structure, d'un système ou d'un composant, normalement au début du plan de GV qui s'y rapporte, et à certains moments pendant la durée opérationnelle de l'installation dotée de réacteurs ou de cette structure, de ce système ou de ce composant, selon ce qui est requis pour valider l'efficacité du plan de GV. Par exemple, des évaluations de l'état sont également réalisées dans le cadre de l'examen du vieillissement si la centrale est exploitée pendant une période prolongée ou à long terme (voir la section 3.4.2), et elles pourraient être requises avant le retour en service d'une installation dotée de réacteurs (après un arrêt prolongé ou l'arrêt temporaire d'une structure, d'un système ou d'un composant (voir la section 3.4.3).

Les évaluations de l'état devraient fournir de l'information sur :

1. le rendement et l'état actuel de la structure, du système ou du composant, y compris l'évaluation de toute défaillance liée au vieillissement ou de toute indication de dégradation importante des matériaux et des mécanismes ou effets du vieillissement non identifiés auparavant, ainsi que des comparaisons avec les prévisions relatives aux mécanismes de vieillissement et les critères d'acceptation

2. une estimation du rendement futur, de la dégradation par le vieillissement et de la durée de vie restant pour la structure, le système ou le composant, lorsque cela est réalisable (c.-à-d. le temps pendant lequel la structure, le système ou le composant devrait probablement accomplir sa fonction et respecter les exigences de rendement)
3. le suivi ou la prévention recommandés, la surveillance et les mesures d'atténuation à terminer ou à intégrer dans le plan de GV, y compris les intervalles appropriés auxquels on doit procéder aux évaluations de l'état à des fins de suivi et les domaines dans lesquels pousser la recherche et le développement

Les évaluations de l'état de la structure, du système ou du composant peuvent être effectuées dans le cadre des évaluations relatives à la gestion du vieillissement (voir la section 4.4).

4.6 Programmes de gestion du vieillissement propres à des SSC particuliers

Les processus de gestion de l'installation dotée de réacteurs doivent prévoir des exigences relatives à l'élaboration, à la documentation et au maintien d'un plan de GV propre à des SSC (ou de groupes de SSC) sélectionnés par un processus d'examen préalable, ou encore par un plan de gestion d'un mécanisme ou d'un effet du vieillissement spécifique.

Les plans de GV propres à des SSC particuliers doivent être documentés et doivent traiter des caractéristiques d'un plan de GV efficace, tel qu'indiqué à l'annexe A.

Orientation

Le plan de GV devrait préciser les résultats dont on peut raisonnablement assurer la gestion et tenir compte de la capacité d'ajuster les plans en fonction des autres résultats.

Le plan de GV propre à des SSC particuliers devrait correspondre à l'importance de la sûreté, à la conception de référence et au rendement requis de la structure, du système ou du composant, et à son incidence sur l'exploitation sûre de l'installation dotée de réacteurs. Par exemple, les SSC qui limitent considérablement la durée de vie de réacteurs CANDU actuels, comme les canaux de combustible, les conduites d'alimentation du caloportage, les générateurs de vapeur, l'assemblage et les structures du réacteur et les structures de confinement seront assortis de plans détaillés de gestion du cycle de vie dans leurs plans de GV particuliers. Les plans de GV peuvent ne pas être propres à des SSC particuliers, mais être plutôt axés sur des mécanismes de dégradation ou des exigences opérationnelles pour contrôler ou prévoir la dégradation, par exemple, la gestion de la corrosion accélérée par le débit, la chimie de l'eau et la surveillance de la fatigue.

Chaque plan de GV propre à des SSC particuliers devrait tenir compte des neuf caractéristiques d'un programme efficace (voir l'annexe A). Les programmes en place dans les centrales qui sont crédités à titre de programmes de GV devraient être évalués par rapport aux caractéristiques qui se trouvent à l'annexe A. Les programmes qui ne comprennent pas ces caractéristiques devraient être modifiés, le cas échéant. Par exemple, les plans de gestion du cycle de vie et les programmes ou pratiques de surveillance de la sûreté des systèmes, d'entretien ou d'inspection existants pourraient convenir pour la gestion du vieillissement d'une structure, d'un système ou d'un composant, dans la mesure où ils tiennent compte des caractéristiques mentionnées à l'annexe A.

Compte tenu du fait que les caractéristiques des plans de GV propres à des SSC particuliers sont habituellement mises en œuvre dans le cadre de plusieurs programmes à la centrale, la documentation d'un plan de GV propre à des SSC particuliers devrait fournir, pour chaque caractéristique, une description sommaire de l'application propre aux SSC du ou des

programme(s) pertinent(s) de l'installation dotée de réacteurs ainsi que des renvois aux documents de la centrale nucléaire qui contiennent les fondements et les preuves à l'appui.

Il incombe au titulaire de permis d'une installation dotée de réacteurs de définir ses indicateurs de rendement d'un plan de GV. Il pourrait s'agir, par exemple, des indicateurs de l'intégrité du programme actuellement utilisés dans les rapports sur l'intégrité des systèmes. Voici des exemples d'indicateurs :

- l'état des matériaux, en ce qui a trait aux critères d'acceptation
- les tendances dans les données en lien avec les défaillances et la dégradation
- une comparaison entre les efforts d'entretien préventif et les efforts d'entretien correctif (p. ex. en termes d'années-personnes ou de coûts)
- le nombre de défaillances récurrentes et d'occurrences de dégradation
- l'état de la conformité avec les programmes d'inspection

Le document du plan de GV devrait également comprendre une page sommaire qui fait ressortir les principaux renseignements servant à mieux comprendre et à gérer le vieillissement, notamment les matériaux, les sites de dégradation, les facteurs de stress du vieillissement et l'environnement, les mécanismes de vieillissement et leurs effets, les exigences et méthodes d'inspection et de surveillance, les méthodes d'atténuation, les exigences réglementaires et les critères d'acceptation.

D'autres renseignements et des résumés des plans de GV propres à des SSC particuliers sont présentés dans le document de l'AIEA, Collection rapports de sûreté no 80, *International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL) for Nuclear Power Plants* [20].

4.7 Gestion de l'obsolescence

Le titulaire de permis doit établir un processus contrôlé de gestion de l'obsolescence. Les dispositions sur la gestion de l'obsolescence doivent être consignées dans le système de gestion du titulaire de permis.

Orientation

Le programme de gestion de l'obsolescence devrait porter sur ce qui suit :

1. l'approvisionnement en pièces de rechange pour la durée de vie prévue et le remplacement des pièces en temps utile
2. des arrangements à long terme avec les fabricants et les fournisseurs de pièces de rechange pour le soutien technique
3. la disponibilité de la documentation à l'appui de l'entretien et du remplacement des SSC
4. la disponibilité de documentation et de technologies à l'appui de la conception d'une structure, d'un système ou d'un composant équivalent, le cas échéant
5. des dispositions visant la modernisation et les mises à jour technologiques

4.8 Interfaces avec d'autres programmes d'appui

Tous les programmes et toutes les activités d'appui qui font partie intégrante de la gestion du vieillissement d'une installation dotée de réacteurs doivent être identifiés, et leurs interfaces et leurs exigences en matière de données et d'information définies dans le document décrivant le cadre général de programmes de GV intégré.

Orientation

Le cadre de programmes de GV intégré devrait également comprendre les renseignements sur la gestion du vieillissement devant être fournis pour d'autres programmes et activités de l'installation, y compris les programmes d'analyse de sûreté [7, 8], d'entretien[9] et de fiabilité[10]. Par exemple, la section 3.4.1 comprend le besoin de recueillir des données et de l'information à même le plan de GV, qui doivent être examinées dans le cadre du programme, pour les besoins de l'examen et de la mise à jour réguliers de l'analyse déterministe de la sûreté.

4.9 Mise en œuvre des programmes de gestion du vieillissement

Le cadre général de programmes de GV intégré et les plans de GV propres à des SSC particuliers ainsi que les mesures importantes relatives à la gestion du vieillissement doivent être mis en œuvre en application du système de gestion de l'installation du titulaire de permis.

Les données déterminées dans les plans de GV doivent être recueillies et consignées pour constituer une base en vue des décisions sur le type et le calendrier de mise en œuvre des mesures relatives à la gestion du vieillissement.

Orientation

La mise en œuvre des plans de GV devrait inclure un processus systématique de gestion du vieillissement qui repose sur la compréhension du vieillissement et qui inclure les tâches de gestion du vieillissement suivantes (voir la Figure 1):

1. activités de planification, notamment documentation sur les exigences réglementaires applicables, critères de sûreté et de fiabilité applicables, et activités et programmes pertinents
2. opérations dans les lignes de conduite pour l'exploitation qui visent à minimiser le taux de dégradation
3. activités d'inspection et de surveillance qui visent la détection et l'évaluation rapides de la dégradation par au vieillissement
4. activités d'entretien qui visent à atténuer les effets du vieillissement et mesures correctrices concernant la dégradation inacceptable

4.10 Examen et amélioration

L'efficacité du cadre général de programmes de GV intégré et des plans de GV propres à des SSC particuliers doit faire l'objet d'un examen périodique à l'aide des observations obtenues des indicateurs de rendement et du programme.

Le titulaire de permis doit mettre à jour les plans de GV et les programmes d'interface ainsi que leur mise en œuvre afin d'en améliorer l'efficacité en fonction des résultats de l'examen, s'il y a lieu.

---

[7] RD-310, *Analyses de la sûreté pour les centrales nucléaires* [4], GD-310, *Document d'orientation sur les analyses de la sûreté des centrales nucléaires* [5] ou le document subséquent REGDOC-2.4.1, *Analyse déterministe de sûreté*

[8] S-294, *Études probabilistes de sûreté (ÉPS) pour les centrales nucléaires* [6], ou le document subséquent REGDOC-2.4.2, *Études probabilistes de sûreté (ÉPS) pour les centrales nucléaires*

[9] RD/GD-210, *Programmes d'entretien des centrales nucléaires* [15]

[10] RD/GD-98, *Programmes de fiabilité pour les centrales nucléaires* [16]

Orientation

Les examens devraient être réalisés de façon périodique et consignés par écrit. Les examens du programme devraient inclure la prise en compte du rendement en exploitation, des historiques d'inspection et d'entretien, des résultats des évaluations de l'état, des rapports d'événements, des renseignements tirés des résultats de la recherche et du développement, des auto-évaluations, des problèmes actuels et des mesures futures. Les recommandations et les mesures correctrices visant les plans de GV et les programmes d'appui devraient être mises en œuvre en temps utile, comme il convient. La gestion du vieillissement est un sujet particulier qui est abordé dans les rapports annuels de la CCSN sur le rendement en matière de sûreté des centrales nucléaires au Canada.

On devrait prendre les dispositions nécessaires pour que les plans de GV soient examinés par les pairs afin d'obtenir une évaluation indépendante permettant de déterminer si les plans sont conformes aux pratiques généralement reconnues et d'identifier les domaines à améliorer.

Lorsqu'une lacune est identifiée dans un plan de GV, le titulaire de permis devrait évaluer son importance et, s'il y a lieu, tenter d'en déterminer la cause et prendre les mesures correctrices nécessaires. Les plans de GV devraient être ajustés au besoin en fonction des nouvelles données. Si un composant ne répond pas aux critères d'acceptation, la cause de la défaillance du composant devrait être cernée et examinée afin que soient déterminées des mesures correctrices qui devraient être mises en œuvre en temps utile pour prévenir la récurrence. Le temps qu'il faut pour planifier et mettre en œuvre les options peut être un facteur considérable dans la planification de la gestion du vieillissement. Par conséquent, il est recommandé que les plans de GV précisent quand le travail devrait être entrepris afin de savoir à quel moment des options critiques sont nécessaires pour gérer l'éventail des incertitudes. Un processus de confirmation devrait être établi afin de s'assurer que les mesures correctrices ont été mises en œuvre et qu'elles sont efficaces.

Des programmes de recherche et de développement adéquatement financés devraient être mis en place afin de répondre à toute nouvelle question liée au vieillissement, d'assurer l'amélioration continue de la compréhension et la prévisibilité des mécanismes de vieillissement et des causes du vieillissement et de mettre en place des méthodes ou des pratiques de surveillance et d'atténuation connexes. Une approche stratégique devrait être suivie pour promouvoir des programmes pertinents de R et D à long terme.

Annexe A : Caractéristiques d'un plan de GV efficace

Adapté du Guide de sûreté NS-G-2.12, *Ageing Management for Nuclear Power Plants*, de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) [1].

Caractéristique	Description
La portée du plan de gestion du vieillissement (GV) est basée sur la compréhension du vieillissement	Systèmes, structures et composants (SSC) assujettis à la gestion du vieillissement (les éléments structuraux sont compris dans les structures) Compréhension des phénomènes liés au vieillissement (mécanismes de vieillissement importants, sites sensibles) • les exigences relatives à la conception et au fondement d'autorisation applicables au vieillissement • matériaux constituant les SSC, conditions opérationnelles, facteurs de stress, sites de dégradation, mécanismes et effets du vieillissement • indicateurs de l'état des SSC et critères d'acceptation • modèles de prévision quantitative ou qualitative pour les phénomènes liés au vieillissement
Mesures préventives pour réduire au minimum et contrôler la dégradation due au vieillissement	Identification des mesures préventives Identification des paramètres à surveiller ou à inspecter Conditions opérationnelles (c.-à-d. conditions environnementales et conditions opérationnelles) à maintenir, et pratiques en matière d'exploitation visant à ralentir la dégradation potentielle de la structure ou du composant
Détection des effets du vieillissement	Technologie efficace (inspection, essais et méthodes de surveillance) pour détecter les effets du vieillissement avant défaillance des SSC.
Surveillance et tendances dans les effets du vieillissement	Surveillance des indicateurs de l'état et des paramètres Données à recueillir pour faciliter l'évaluation du vieillissement de la structure ou du composant Méthodes d'évaluation (y compris l'analyse et les tendances des données).
Atténuation des effets du vieillissement	Opérations, entretien, réparation et remplacement visant à atténuer les effets du vieillissement et la dégradation détectés des SSC.
Critères d'acceptation	Critères d'acceptation servant à évaluer la nécessité de prendre des mesures correctrices.
Mesures correctrices	Mesures correctrices à prendre lorsqu'un composant ne satisfait pas aux critères d'acceptation.
Expérience en matière d'exploitation et résultats de la R et D	Mécanisme assurant une rétroaction en temps opportun sur l'expérience en matière d'exploitation et les résultats de la R et D (s'il y a lieu) et prouvant objectivement que ces questions sont prises en compte dans le plan de GV.
Gestion de la qualité	Les rôles et les responsabilités organisationnels Les contrôles administratifs qui documentent la mise en œuvre du plan de GV et les mesures prises Les indicateurs visant à faciliter l'évaluation et l'amélioration du plan de GV Le processus de confirmation (vérification) visant à s'assurer que des mesures préventives adéquates et appropriées sont prises, et que toutes les mesures correctrices ont été mises en œuvre et qu'elles sont efficaces Les pratiques de tenue de dossiers à suivre

Annexe B : Exemple d'une méthode d'évaluation du vieillissement

Adapté du Guide de sûreté NS-G-2.12, *Ageing Management for Nuclear Power Plants*, de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) [1].

Compréhension du vieillissement

Conception et spécifications	Matériaux et propriétés des matériaux	Conditions opérationnelles	Exigences de rendement	Antécédents de fonctionnement et d'entretien	Expérience générique en matière d'exploitation	Résultats pertinents de la R et D

Documentation de ce qui suit :

- Compréhension actuelle du vieillissement des SSC (p. ex. mécanismes et effets du vieillissement, sites de dégradation, tout modèle analytique/empirique de prévision de la dégradation de SSC et toute lacune dans la compréhension du vieillissement).
- Critères d'acceptation, y compris les exigences réglementaires ou codes applicables, les limites et conditions définissant l'enveloppe d'exploitation sûre.
- Liste des exigences relatives aux données pour l'évaluation du vieillissement des SSC (y compris toute lacune dans la disponibilité et la qualité des documents existants).

↓

Prévention de la dégradation dû au vieillissement

Évaluation de l'efficacité des méthodes et des pratiques de prévention de la dégradation due au vieillissement des SSC.

Documentation de l'information, y compris :

- Conception, matériaux, fabrication et construction, méthodes et pratiques d'exploitation et d'entretien visant à prévenir la dégradation due au vieillissement des SSC.
- Conditions et pratiques d'exploitation qui permettent de prévenir ou de réduire au minimum le taux de dégradation du vieillissement des SSC

↓

Surveillance de la dégradation dû au vieillissement

Évaluation des méthodes de surveillance, en tenant compte de l'expérience pertinente en matière d'exploitation et des résultats de la recherche.

Documentation de l'information, y compris :

- Paramètres de fonctionnement et indicateurs de l'état pour la détection, la surveillance et les tendances dans la dégradation des SSC due au vieillissement;
- Une évaluation de la capacité et de la possibilité des techniques de surveillance existantes pour mesurer ces paramètres et indicateurs avec une sensibilité, une fiabilité et une exactitude suffisantes;
- Techniques d'évaluation des données pour reconnaître la dégradation importante et pour prévoir le rendement futur de la structure, du système ou du composant.

↓

Atténuation de la dégradation dû au vieillissement

Évaluation de l'efficacité des méthodes et pratiques existantes visant à ralentir la dégradation de la structure, du système ou du composant par le vieillissement.

Documentation de l'information, y compris :

- Méthodes et pratiques d'entretien, surveillance de l'état (y compris la remise à neuf et le remplacement périodique des pièces et des articles consomptibles) pour contrôler la dégradation par le vieillissement de la structure, du système ou du composant.
- Conditions et pratiques opérationnelles réduisant au minimum le taux de dégradation par le vieillissement de la structure, du système ou du composant.
- Modifications possibles à la conception et aux matériaux constituant le composant pour contrôler la dégradation par le vieillissement de la structure, du système ou du composant.

↓

Rapport sur l'examen de la gestion du vieillissement

Information propre à la structure, au système ou au composant pour ce qui est de la compréhension, de la surveillance et de l'atténuation du vieillissement.

Recommandations concernant l'application des résultats de l'examen de la gestion du vieillissement dans la conception, l'exploitation et l'entretien des centrales et recommandations concernant des travaux de R et D pour combler les lacunes dans les connaissances et la technologie.

Glossaire

analyse des causes fondamentales
Analyse objective, structurée, systématique et exhaustive visant à déterminer les raisons intrinsèques d'une situation ou d'un événement, et dont l'ampleur tient compte de l'importance de l'événement en matière de sûreté.

arrêt prolongé
Arrêt d'un réacteur de plus d'une année et ne comprend pas les arrêts réguliers pour entretien.

conditions additionnelles de dimensionnement
Les conditions additionnelles de dimensionnement (CAD) forment un sous-ensemble des accidents hors dimensionnement (AHD) pris en compte dans le processus de conception de l'installation en conformité avec la méthode de la meilleure estimation pour maintenir les rejets de matières radioactives à l'intérieur des limites acceptables. Les CAD pourraient inclure les conditions d'accidents graves.

critères d'acceptation
Limites spécifiées sur la valeur d'un indicateur du fonctionnement ou d'un indicateur de l'état utilisé pour évaluer la capacité d'une structure, d'un système ou d'un composant à exécuter sa fonction prévue.

défaillance
Interruption ou incapacité d'une structure, d'un système ou d'un composant à fonctionner dans le respect des critères d'acceptation.

défaillance d'origine commune
Défaillance simultanée de deux ou plusieurs structures, systèmes ou composants attribuables à un événement ou à une cause spécifique unique tel qu'un phénomène naturel (séisme, tornade et inondation, etc.), une défaillance de conception, des défauts de fabrication, des erreurs d'exploitation et d'entretien, des événements destructeurs d'origine humaine, les effets du vieillissement et autres.

défense en profondeur
Application de plus d'une mesure de protection relative à un objectif de sûreté particulier, de manière à ce que l'objectif soit atteint même en cas de défaillance d'une des mesures de protection.

dégradation par vieillissement
Effets du vieillissement qui pourraient compromettre la capacité d'une structure, d'un système ou d'un composant à fonctionner dans le respect des critères d'acceptation. On rencontre aussi le terme « dégradation due au vieillissement ».

dimensionnement
Gamme des conditions et des événements qui sont pris explicitement en compte dans la conception de l'installation, suivant des critères déterminés, de manière à offrir à l'installation la résistance voulue sans dépasser les limites autorisées par les opérations prévues des systèmes de sûreté.

durée de vie
Période allant du fonctionnement initial à la mise hors service finale d'une structure, d'un système ou d'un composant.

effets du vieillissement
Changements nets dans les caractéristiques d'une structure, d'un système ou d'un composant qui surviennent au fil du temps ou de l'utilisation et qui sont dus aux mécanismes de vieillissement.

entretien
Activités organisées, d'ordre administratif et technique, qui consistent à maintenir les structures, systèmes et composants en bon état de marche, y compris les aspects préventifs et correctifs (ou réparations).

essai
Observation ou mesure des indicateurs de l'état ou indicateurs du fonctionnement dans des conditions contrôlées, visant à vérifier que le rendement actuel d'une structure, d'un système ou d'un composant est conforme aux critères d'acceptation.

évaluation de l'état
Évaluation effectuée pour déterminer le rendement actuel et l'état d'une structure, d'un système ou d'un composant (y compris l'évaluation des défaillances associées à l'âge ou des indices de dégradation importante des matériaux), et pour prévoir le rendement futur, l'ampleur et le taux de dégradation par le vieillissement, ainsi que la durée de vie restante pour l'élément visé (structure, système ou composant).

exploitation à long terme
Exploitation qui dépasse la durée de vie nominale d'une installation dotée de réacteurs et qui se justifie par les résultats des études de sûreté, en tenant compte des processus et des caractéristiques limitant la durée de vie des structures, systèmes et composants.

facteur de stress
Agent ou stimulus associé aux conditions préalables à la mise en service et aux conditions opérationnelles qui peuvent produire une dégradation (par le vieillissement), immédiate ou graduelle, d'une structure, d'un système ou d'un composant. Parmi les exemples, mentionnons notamment la chaleur, la vapeur, les produits chimiques, les rayonnements et les cycles électriques.

fonctions de sûreté
Fins déterminées que doivent atteindre une structure, un système ou un composant pour la sûreté, notamment celles nécessaires pour prévenir les conditions d'accidents et pour en atténuer les conséquences.

fondement d'autorisation
Ensemble d'exigences et de documents visant une installation ou une activité réglementée, qui comprend :

- les exigences réglementaires stipulées dans les lois et règlements applicables
- les conditions et les mesures de sûreté et de réglementation décrites dans le permis relatif à l'installation ou à l'activité et les documents cités en référence directement dans ce permis
- les mesures de sûreté et de réglementation décrites dans la demande de permis et les documents soumis à l'appui de cette demande

gestion du vieillissement
Mesures techniques, d'exploitation, d'inspection et d'entretien visant à contrôler, à l'intérieur des limites acceptables, les effets du vieillissement physique et de l'obsolescence des SSC.

hypothèses limitées dans le temps
Hypothèses qui sont utilisées dans certaines analyses de la sûreté ou de la conception visant la centrale ou des structures, systèmes et composants particuliers, et qui se fondent sur une durée de vie déterminée; sont notamment inclus dans les analyses ce qui suit : calculs de la fatigue des métaux, analyse du choc thermique pressurisé, déformation et fragilisation induite par le rayonnement, vieillissement thermique, perte de matériaux et qualification du matériel électrique, de l'équipement d'instrumentation et de contrôle et des câbles électriques.

indicateur de l'état
Caractéristique d'une structure, d'un système ou d'un composant pouvant être observée, mesurée ou prévue pour inférer ou indiquer directement la capacité actuelle et future de l'élément visé (structure, système ou composant) à fonctionner dans le respect des critères d'acceptation.

indicateur du fonctionnement
Indicateur de l'état qui est une indication directe de la capacité actuelle d'une structure, d'un système ou d'un composant à fonctionner dans le respect des critères d'acceptation.

installation dotée de réacteurs
Tout réacteur de fission tel que décrit dans le *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*, y compris les structures, systèmes et composants :

- nécessaires pour arrêter le réacteur et assurer son maintien dans un état d'arrêt sécuritaire
- pouvent contenir des matières radioactives et qui ne peuvent être isolé du réacteur de façon fiable
- dont la défaillance peut entraîner un accident limitatif pour le réacteur
- étroitement intégrés au fonctionnement de l'installation nucléaire
- nécessaires au maintien de la sécurité et des sauvegardes

limites et conditions d'exploitation
Ensemble des limites et des conditions qui peuvent être surveillées par l'opérateur ou en son nom, et qui peuvent être contrôlées par ce dernier.

mécanisme de vieillissement
Processus spécifique qui change graduellement les caractéristiques d'une structure, d'un système ou d'un composant en fonction du temps ou de l'utilisation, comme la fragilisation par la chaleur ou les rayonnements, la corrosion, la fatigue, le fluage, l'érosion, etc.

mise en service
Processus consistant en une série d'activités visant à démontrer que les SSC et l'équipement installés fonctionnent conformément à leurs spécifications et aux attentes de la conception, avant d'être mis en service.

obsolescence
Processus par lequel les structures, systèmes et composants deviennent périmés en raison de l'évolution des connaissances, de la technologie et des normes.

programme ou plan de gestion du vieillissement (programme ou plan de GV)
Ensemble de politiques, de processus, de procédures et d'arrangement et d'activités qui régissent la gestion du vieillissement des SSC d'une centrale nucléaire. Dans le présent document, le programme de GV constitue le programme ou le cadre général de gestion du vieillissement intégré pour l'installation dotée de réacteurs, tandis que le plan de GV constitue le plan de GV mécaniste ou propre à des SSC particuliers.

structures, systèmes et composants (SSC)
Terme général englobant tous les éléments d'une installation ou d'une activité qui contribuent à la protection et à la sûreté. Les structures sont des éléments passifs : bâtiments, cuves, boucliers ou blindages, etc. Un système comprend plusieurs composants assemblés de manière à exécuter une fonction (active) spécifique. Un composant est un élément discret d'un système, par exemple des câbles, des transistors, des circuits intégrés, des moteurs, des relais, des solénoïdes, des conduites, des raccords, des pompes, des réservoirs et des vannes.

système de gestion
Ensemble d'éléments interreliés ou comportant des interactions (système) servant à établir des politiques et des objectifs à atteindre de manière efficiente et efficace. Le système de gestion intègre tous les éléments d'une organisation dans un système cohérent, afin de faciliter l'atteinte de tous les objectifs organisationnels. Ces éléments comprennent la structure, les ressources et les processus. Le personnel, l'équipement et la culture organisationnelle, ainsi que les politiques et processus documentés, font partie du système de gestion. Les processus organisationnels doivent répondre à la totalité des exigences pour l'organisation telles qu'elles ont été établies dans certains documents, comme les normes de sûreté de l'AIEA et d'autres normes et codes internationaux.

systèmes de sûreté
Systèmes qui assurent l'arrêt sécuritaire du réacteur ou l'évacuation de la chaleur résiduelle du cœur du réacteur, ou qui atténue les conséquences des incidents de fonctionnement prévus et des accidents de dimensionnement.

vieillissement
Processus général au cours duquel les caractéristiques d'une structure, d'un système ou d'un composant changent graduellement au fil du temps ou de l'utilisation. Ce processus peut être un mécanisme de vieillissement unique ou une combinaison de plusieurs mécanismes de vieillissement. Le vieillissement non physique est le processus par lequel un élément (structure, système ou composant) devient désuet (obsolescence) en raison de l'évolution des connaissances et de la technologie et des changements connexes dans les codes et les normes. Le vieillissement physique est dû aux processus physiques, mécaniques, thermiques, électriques, chimiques, radioactifs ou biologiques (mécanismes de vieillissement).

Références

1. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), Collection normes de sûreté, Guide de sûreté n° NS-G-2.12, *Ageing Management for Nuclear Power Plants*, Vienne, 2009

2. AIEA, Collection rapports de sûreté n° 57, *Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants*, Vienne, 2008

3. Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), Agence pour l'énergie nucléaire, *Glossaire du vieillissement des centrales nucléaires*, Paris, France, 1999

4. Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN), RD-310, *Analyses de la sûreté pour les centrales nucléaires*, Ottawa, 2008

5. CCSN, GD-310, *Document d'orientation sur les analyses de la sûreté des centrales nucléaires*, Ottawa, 2012

6. CCSN, S-294, *Études probabilistes de sûreté (ÉPS) pour les centrales nucléaires*, Ottawa, 2005

7. CCSN, RD-337, *Conceptions des nouvelles centrales nucléaires* (ébauche), Ottawa, 2008

8. Groupe CSA, N285.0, *General requirements for pressure-retaining systems and components in CANDU nuclear power plants*, Mississauga, 2012

9. Groupe CSA. N286, *Management system requirements for nuclear facilities*, Mississauga, 2012

10. Groupe CSA. N287.1, *General requirements for concrete containment structures for nuclear power plants*, Mississauga, 1993

11. Groupe CSA. N291-F08, *Exigences relatives aux enceintes reliées à la sûreté des centrales nucléaires CANDU*, Mississauga, 2008

12. Groupe CSA. N285.4-F09, *Inspection périodique des composants des centrales nucléaires CANDU*, Mississauga, 2009

13. Groupe CSA. N285.5-F08, *Inspection périodique des composants de confinement des centrales nucléaires CANDU*, Mississauga, 2008

14. Groupe CSA. N287.7-F08, *Exigences relatives à la mise à l'essai et à la vérification en cours d'exploitation, des enceintes de confinement en béton des centrales nucléaires CANDU*, Mississauga, 2008

15. CCSN, RD/GD-98, *Programmes de fiabilité pour les centrales nucléaires*, Ottawa, 2012

16. CCSN, RD/GD-210, *Programmes d'entretien des centrales nucléaires*, Ottawa, 2012

17. Groupe CSA. N290.13-F05, *Qualification environnementale des équipements pour les centrales nucléaires CANDU*, Mississauga, 2005

18. CCSN, RD-360, *Prolongement de la durée de vie des centrales nucléaires*, Ottawa, 2008

19. AIEA, Collection normes de sûreté, Guide de sûreté particulier SSG-25, *Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants*, Vienne, 2013

20. AIEA, Collection rapports de sûreté n° 80, *International Generic Ageing Lessons Learned (IGALL) for Nuclear Power Plants*, Vienne, 2014

Renseignements supplémentaires

Les documents suivants contiennent des renseignements supplémentaires qui pourraient intéresser les personnes participant à la conception et à la mise en œuvre de programmes de gestion du vieillissement.

1. Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), Collection normes de sûreté n° NS-R-1, *Sûreté des centrales nucléaires : conception*, Prescription, Vienne, 2000

2. AIEA. Collection normes de sûreté, Guide de sûreté n° NS-G-2.6, *Maintenance, Surveillance and In-Service Inspection in Nuclear Power Plants*, Vienne, 2002

3. AIEA. Collection normes de sûreté, Guide de sûreté n° NS-G-2.4, *L'organisme exploitant des centrales nucléaires*, Vienne, 2001

4. AIEA. Collection normes de sûreté n° NS-R-2, *Sûreté des centrales nucléaires : exploitation*, Prescriptions, Vienne, 2000

5. AIEA. Collection rapports de sûreté n° 3, *Equipment Qualification in Operational Nuclear Power Plants: Upgrading, Preserving and Reviewing*, Vienne, 1998

6. AIEA. Collection rapports de sûreté n° 62, *Proactive Management of Ageing of Nuclear Power Plants*, Vienne, 2009

7. AIEA. TECDOC 1197, *Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: CANDU Reactor Assemblies*, Vienne, 2001

8. AIEA, TECDOC 1188, *Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: In-containment Instrumentation and Control cables, Volumes I & II*, Vienne, 1997

9. AIEA. TECDOC 1025, *Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: Concrete Containment Buildings*, Vienne, 1998

10. AIEA. TECDOC 981, *Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: Steam Generators*, Vienne, 1997

11. AIEA. Collection rapports de sûreté n° 15, *Implementation and Review of a Nuclear Power Plant Ageing Management Programme*, Vienne, 1999

12. United States Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1801, *Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report*, Volumes 1 et 2, Washington, DC, 2011

13. Institute of Nuclear Power Operations (INPO), AP-913 Révision 1, *Equipment Reliability Process Description*, Atlanta, Georgie, 2001

Séries de documents d'application de la réglementation de la CCSN

Les installations et activités du secteur nucléaire du Canada sont réglementées par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). En plus de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* et de ses règlements d'application, il pourrait y avoir des exigences en matière de conformité à d'autres outils de réglementation, comme les documents d'application de la réglementation ou les normes.

Depuis avril 2013, la collection des documents d'application de la réglementation actuels et prévus comporte trois grandes catégories et vingt-cinq séries, selon la structure ci-dessous. Les documents d'application de la réglementation préparés par la CCSN font partie de l'une des séries suivantes :

1.0 Installations et activités réglementées

Séries
- 1.1 Installations dotées de réacteurs
- 1.2 Installations de catégorie IB
- 1.3 Mines et usines de concentration d'uranium
- 1.4 Installations de catégorie II
- 1.5 Homologation d'équipement réglementé
- 1.6 Substances nucléaires et appareils à rayonnement

2.0 Domaines de sûreté et de réglementation

Séries
- 2.1 Système de gestion
- 2.2 Gestion de la performance humaine
- 2.3 Conduite de l'exploitation
- 2.4 Analyse de la sûreté
- 2.5 Conception matérielle
- 2.6 Aptitude fonctionnelle
- 2.7 Radioprotection
- 2.8 Santé et sécurité classiques
- 2.9 Protection de l'environnement
- 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie
- 2.11 Gestion des déchets
- 2.12 Sécurité
- 2.13 Garanties et non-prolifération
- 2.14 Emballage et transport

3.0 Autres domaines de réglementation

Séries
- 3.1 Exigences relatives à la production de rapports
- 3.2 Mobilisation du public et des Autochtones
- 3.3 Garanties financières
- 3.4 Délibérations de la Commission
- 3.5 Diffusion de l'information

Remarque : Les séries de documents d'application de la réglementation pourraient être modifiées périodiquement par la CCSN. Chaque série susmentionnée peut comprendre plusieurs documents d'application de la réglementation. Pour obtenir la plus récente liste de documents d'application de la réglementation, veuillez consulter le site Web de la CCSN à suretenucleaire.gc.ca/fra/acts-and-regulations/regulatory-documents